



Рис. 1. Контрольная карта Шухарта для распределения средних значений измеренной электропроводности воды для инъекций

отборники из контрольных точек участка по графику в количестве 1 500 см³.

Испытания проводились согласно ГФ XIII ФС 2.2.0019.15 «Вода для инъекций». По результатам анализа были построены контрольные карты Шухарта (рисунок 1–2) по показателям качества pH (норма от 5 до 7) и электропроводность (норма не более 1,3 мкСм/см).

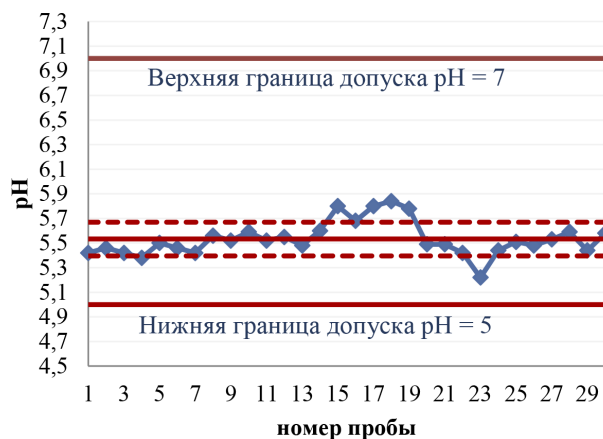


Рис. 2. Контрольная карта Шухарта для распределения средних значений измеренной pH воды для инъекций

Результаты лабораторного контроля ВДИ показали полное соответствие ГФ XIII ФС 2.2.0019.15, однако по контрольным картам определены возможные причины нестабильности процесса. Установлено, что основными причинами нестабильности являются нестабильность температурного режима и несвоевременная замена фильтрующих материалов.

Список литературы

1. Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 13 декабря 2017 г. №31. О Требованиях к воде для фармацевтического применения, используемой для производства лекарственных средств.– 29 с.
2. Солонин С.И. Метод контрольных карт.– Екатеринбург: Издание Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2014.– 214 с.
3. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта.– 41 с.

СИНТЕЗ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОЧАСТИЦ Au–Au₂S ФОТОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

А.А. Кузнецова

Научный руководитель – к.х.н., доцент Н.Б. Егоров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, aak182@tpu.ru

Несмотря на десятилетия исследований природы онкологических заболеваний поиск эффективных методов диагностики и лечения продолжается. На сегодняшний день перспективным направлением в лечении онкологии являются таргетные препараты, которые угнетают раковые клетки, не оказывая при этом влияние на здоровые ткани.

Одним из таких препаратов являются смешанные наночастицы Au–Au₂S, которые исполь-

зуются в качестве многофункциональных люминесцентных зондов для диагностики и лечения онкологических заболеваний за счет явления поверхностного плазмонного резонанса. Важно отметить, что данный способ лечения будет эффективен даже на стадии с прогрессирующим метастазированием, которая на сегодняшний день считается неизлечимой.

Низкая токсичность, эффективность, стабильность, возможность модификации поверх-

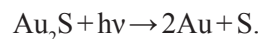
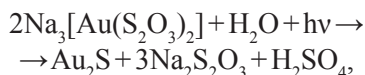
ности, обеспечивающая контролируемое биоконъюгирование делают наночастицы Au–Au₂S более привлекательными по сравнению с полупроводниковыми наночастицами. Однако существующие на сегодняшний день методы синтеза являются многостадийными, неэкологичными и, как следствие, дорогими. Это делает актуальным поиск простых, экологичных и экономически выгодных способов синтеза данных наночастиц.

Цель исследования – разработка метода синтеза multifunctional наночастиц Au–Au₂S из санокризина Na₃[Au(S₂O₃)₂]•2H₂O фотохимическим методом.

В качестве исходного вещества для синтеза наночастиц Au–Au₂S был выбран санокризин Na₃[Au(S₂O₃)₂], который зарекомендовал себя как эффективный препарат при лечении патологий иммунных процессов, системной красной волчанки, а также различных видов артритов. Синтез санокризина проведен по методике, описанной Г. Брауном [1].

Водные растворы санокризина концентрацией от 10^{–4} до 10^{–1} моль/л в течение некоторого времени облучали на воздухе ртутной лампой ДКБУ-9 (λ=253,7 нм), в результате чего происходило формирование осадка. После облучения осадок был отделен от раствора центрифугированием (25 600 об./мин), трехкратно промыт водой и этиловым спиртом, а затем высушен в вакуумном эксикаторе.

Полученный продукт фотолиза был исследован с помощью дифрактометра DISCOVER D8. При проведении анализа установлено, что при фотолизе водных растворов санокризина происходит образование смешанных наночастиц Au–Au₂S по следующим схемам:



При УФ-облучении происходило окрашивание растворов санокризина в коричневый цвет, а в электронном спектре наблюдалось поглощение в области от 300 до 700 нм. Также было установлено, что при увеличении времени облучения происходит рост оптической плотности фотолита.

Размеры и морфология полученных наночастиц были изучены с помощью анализатора размера частиц DelsaMax Pro и просвечивающего электронного микроскопа JEOL JEM-2100F. Показано, что в начальный момент времени (≈50 нс) происходит образование наночастиц Au–Au₂S неправильной формы размерами от 20 до 120 нм. Полученные в результате исследования микрофотографии подтверждают вышеизложенный механизм синтеза наночастиц.

При изучении процесса облучения растворов санокризина лампами с другими длинами волн было установлено, что для синтеза наночастиц Au–Au₂S также может быть использована лампа с длиной волны 282 нм в то время, как для ламп с длинами волн 222 и 207 нм данная операция невозможна ввиду протекания процесса по иному механизму.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1. При УФ-облучении водных растворов санокризина происходит образование устойчивых к коагуляции наночастиц Au–Au₂S.
2. Синтезируемые наночастицы имеют неправильную форму и обладают размерами от 20 до 120 нм, что позволяет применять их для визуализации и лечения онкологических заболеваний.
3. Разработанный метод синтеза наночастиц Au–Au₂S является простым, экономически выгодным и экологичным по сравнению с ныне применяемыми методами синтеза.

Список литературы

1. Brown H. Sodium aurothiosulfate. A simple method for its preparation // *J. Am. Chem. Soc.*, 1927. – V.49. – P.958–959.